

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**Факультет радиофизики и компьютерных технологий**  
**Кафедра интеллектуальных систем**

Аннотация к дипломной работе

**«Автоматическое обнаружение регрессий во встроенном программном обеспечении контроллера FLASH-NAND памяти»**

Власов Фёдор Андреевич

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Л. В. Калацкая

## Реферат

Дипломная работа: 61 страница, 3 блок-схемы, 32 источника, 3 приложения.

РЕГРЕССИОННАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ, NAND-FLASH КОНТРОЛЛЕР, ВСТРОЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, ТЕСТИРОВАНИЕ, АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВЫВЕДЕНИЕ ИНВАРИАНТА ЦИКЛА, ЛОГИКА ХОАРА, ЛОГИКА СООТВЕТСТВИЯ, ОПЕРАЦИОННАЯ СЕМАНТИКА, SMT-РЕШАТЕЛЬ.

*Объект исследования* - встроенное программное обеспечение контроллера NAND-Flash памяти и ошибки, возникающие в нём в результате изменений кода.

*Цель работы* - разработка алгоритма автоматической регрессионной верификации для встроенного программного обеспечения контроллера NAND-Flash памяти.

Рассмотрены основные алгоритмы регрессионной верификации программного обеспечения, алгоритмы автоматического вывода инварианта цикла и выделения участков программы, затронутых изменениями; методы описания семантики императивных языков программирования. Предложены алгоритмы выделения участков программы, затронутых изменениями кода, и вывода инварианта цикла, имеющие более широкую область применения, чем другие рассмотренные алгоритмы.

Предложенный алгоритм регрессионной верификации позволяет автоматически обнаруживать ошибки, возникающие в результате изменения встроенного программного обеспечения NAND-Flash контроллера. Использует логику соответствия для описания действий выполняемых программой. Точно описывает изменения, возникающие в среде выполнения, в результате исполнения кода. Уменьшает затраты, необходимые для отладки и модификации встроенного ПО, и увеличивает надёжность итогового кода. Представлены фрагменты кода, демонстрирующие реализацию предложенного алгоритма.

## Рэферат

Дыпломная праца: 61 старонка, 3 блок-схемы, 32 крыніцы, 3 дадатка.

РЭГРЭСІЙНАЯ ВЕРЫФІКАЦЫЯ, NAND-FLASH КАНТРОЛЕР, УБУДАВАНАЕ ПРАГРАМНАЕ ЗАБЕСПЯЧЭННЕ, ТЭСТАВАННЕ, АЎТАМАТЫЧНАЕ ВЫВЯДЗЕННЕ ІНВАРЫЯНТА ЦЫКЛА, ЛОГІКА ХОАРА, ЛОГІКА АДПАВЕДНАСЦІ, АПЕРАЦЫЙНАЯ СЕМАНТЫКА, SMT-ВЫРАШАТЕЛЬ.

*Аб'ект даследавання* - убудаванае праграмнае забеспячэнне кантролера NAND-Flash памяці і памылкі ўзнікаюць у ім у выніку змен кода.

*Мэта дыпломнай працы* - распрацоўка алгарытму аўтаматычнай Рэгрэсійнай верыфікацыі для убудаванага праграмнага забеспячэння кантролера NAND-Flash памяці.

Разгледжаны асноўныя алгарытмы рэгрэсійнай верыфікацыі праграмнага забеспячэння, алгарытмы аўтаматычнага вывядзення інварыянта цыкла і выдзялення участкаў праграмы, закранутых зменамі; метады апісання семантыкі ўладных моў праграмавання. Прапанаваны алгарытмы вылучэння участкаў праграмы, закранутых зменамі кода, і выводзіны інварыянта цыкла маюць больш шырокую вобласць прымянення, чым іншыя разгледжаныя алгарытмы.

Прапанаваны алгарытм рэгрэсійнай верыфікацыі дазваляе аўтаматычна выяўляць памылкі, якія ўзнікаюць у выніку змены убудаванага праграмнага забеспячэння NAND-Flash кантролера. Выкарыстоўвае логіку адпаведнасці для апісання дзеянняў выконваемых праграмай. Дакладна апісвае змены, якія ўзнікаюць у асяроддзі выканання ў выніку выканання кода. Памяншае выдаткі неабходныя для адладкі і мадыфікацыі убудаванага ПА і павялічвае надзейнасць выніковага кода. Прадстаўленыя фрагменты кода дэманструюць рэалізацыю прапанаванага алгарытму.

## Abstract

Thesis: 61 pages, 3 block diagrams, 32 sources, 3 applications.

THE REGRESSION VERIFICATION, NAND-FLASH MEMORY CONTROLLER, FIRMWARE, TESTING, AUTOMATED LOOP INVARIANT DERIVATION, HOARE LOGIC, MATCHING LOGIC, OPERATIONAL SEMANTICS, SMT-SOLVER.

*The object of the study* is the firmware of NAND-Flash memory controller and errors that occur in it as a result of changes in the code.

*The aim of the thesis* is to develop an algorithm for automatic regression verification of firmware for NAND-Flash memory controller.

Thesis contains review for algorithms for regression software verification, algorithms for automated loop invariant derivation and discovery of parts of programs affected by code changes; methods for describing the semantics of imperative programming languages. The algorithms for automated loop invariant derivation and discovery of parts of programs affected by code changes have a wider range of applications than other algorithms considered.

The proposed algorithm for regression verification automatically detect errors arising from changes in the firmware of NAND-Flash controller. It uses matching logic to describe the action performed by the application. Accurately describes the changes occurring in the execution environment as a result of the code execution. Reduces costs required for debugging and firmware modification and increases the reliability of the final code. Fragments of code that shows the implementation of the proposed algorithm are presented.